

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАНТОВЫХ ФЛУКТУАЦИЙ В $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{Si}$ С УЧЕТОМ LDA+U+SO РАСЧЕТОВ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ

Нуретдинов Т.М.

Уральский Федеральный Университет им. первого президента России
Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

*E-mail: t.m.nuretdinov@urfu.ru

QUANTUM FLUCTUATION RESEARCH IN $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{Si}$ WITH CONSIDERING OF THE LDA+U+SO CALCULATIONS OF THE ELECTRONIC STRUCTURE

Nuretdinov T.M.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Abstract. The object of present investigation are quantum spin fluctuations in chiral helicoidal ferromagnet $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{Si}$ based on the calculations of the electronic structure. The suppression of local magnetization by quantum spin fluctuations leads to a concentration-temperature magnetic transition with the disappearance of the helicoidal short-range order. The results of calculations of local magnetization show that at $0.12 < x < 0.2$ the magnetic state is characterized by the near helicoidal order.

Киральные ферромагнитные геликоиды MnSi и $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{Si}$ относятся к структурному типу B20 с пространственной группой $P2_13$, для которой характерно отсутствие центра инверсии [1, 2]. Вследствие такой симметрии возникает антисимметричный релятивистский обмен Дзялошинского-Мории (ДМ) [3, 4], который совместно с неоднородным обменным взаимодействием приводят к возникновению спиновой спирали с большим (порядка 100-1000 ангстрем) магнитным периодом [5]. Согласно экспериментальным исследованиям [6], при магнитных фазовых переходах в этих магнетиках, сначала исчезает дальний геликоидальный ферромагнитный порядок (в точке T_C), при этом возникает ближний геликоидальный порядок с флуктуациями спиновой спирали [6], и только затем, при температуре T_S ($>T_C$) реализуется парамагнитное состояние. При экспериментальных исследованиях концентрационно-температурных диаграмм $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{Si}$ обнаружены концентрационные магнитные переходы с исчезновением дальнего, а затем ближнего порядка [7].

В работе Янсена и Бака [8] на основе ренорм-группового анализа магнитного перехода в MnSi был сделан вывод о невозможности в нем магнитного фазового перехода второго рода.

Согласно [9] одной из причин невозможности термодинамического фазового перехода второго рода является наличие в функционале Гинзбурга-Ландау неаналитической поправки, которую можно интерпретировать в духе межмодового взаимодействия, связанного с взаимодействием спиновых флуктуаций. При этом, поскольку параметры межмодового взаимодействия зависят от электронной структуры и межчастичных взаимодействий в системе магнитоактивных

электронов, теория фазовых переходов должна строиться с учетом конкретной структуры исследуемых магнетиков, например, на основе *ab initio* расчетов энергетического электронного спектра MnSi [10]. Однако спиновые флуктуации и их связь с эволюцией электронной структуры при концентрационных магнитных переходах в $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{Si}$ не изучены.

1. S.V. Grigoriev, D. Chernyshov et al., Phys. Rev. B **81**, 012408 (2010)
2. С.М. Стишов, А.Е. Петрова. УФН **181**, 1157 (2011)
3. И.Е. Дзялошинский, ЖЭТФ **32**, 1548 (1957)
4. T. Moriya. Phys. Rev. **120**, 91 (1960)
5. S.V. Grigoriev, E.V. Altynbaev et al., Phys. Rev. B **97** 024409 (2017)
6. S.V. Grigoriev, V. A. Dyadkin et al., Phys. Rev. B **79**, 144417 (2009)
7. S.V. Grigoriev, E.V. Moskvina et al., Phys. Rev. B **83**, 224411 (2011)
8. P. Bak, M.H. Jensen, J. Phys. C **13**, L881 (1980)
9. С.А. Бразовский, И.Е. Дзялошинский, Б.Г. Кухаренко. ЖЭТФ **70**, 2257 (1976)
10. A.A. Povzner, A.G. Volkov, T.A. Nogovitsyna, Physica B **536**, 408 (2018)

ОБДИРКА ИОННОГО ПУЧКА ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЧЕРЕЗ НАНОТРУБКИ C_{300}

Олонцева Д.А.^{1*}, Макаров Д.Н.¹

¹⁾ Северный (Арктический) федеральный университет им М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

*E-mail: dasha.olontseva81@gmail.com

STRIPPING OF THE ION BEAM WHEN PASSING THROUGH NANOTUBES

Olontseva D.A.^{1*}, Makarov D.N.¹

¹⁾ Northern (Arctic) Federal University named after MV Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Annotation. It is shown that when an ion beam passes through nanotubes oriented in a certain way to the ion beam, an increase in its stripping occurs. The system consisting of C_{300} nanotubes is considered.

Рост интереса к высокоэнергетическим столкновениям с участием тяжёлых структурных ионов связан с проектированием и использованием современных ускорителей тяжелых ионов, например, ЛНС, ускоритель строящийся в России по проекту NICA др. К числу новых и интересных эффектов, сопровождающих столкновения ионов высоких энергий с многоатомными мишенями, следует отнести и эффект кратности столкновений. Эффект был впервые теоретически предсказан в работах [1,2]. В "чистом виде" и наиболее ярко эффект кратности